



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 41 43 011 C 1

51 Int. Cl. 5:
F 03 B 13/20
E 02 B 9/08

21 Aktenzeichen: P 41 43 011.5-15
22 Anmeldetag: 24. 12. 91
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 15. 4. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Lambrecht, Hans, 5000 Köln, DE

72 Erfinder:
gleich Patentinhaber

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS 5 51 141
DE-AS 10 32 190
DE-OS 29 21 381
US 44 80 966

BEST AVAILABLE COPY

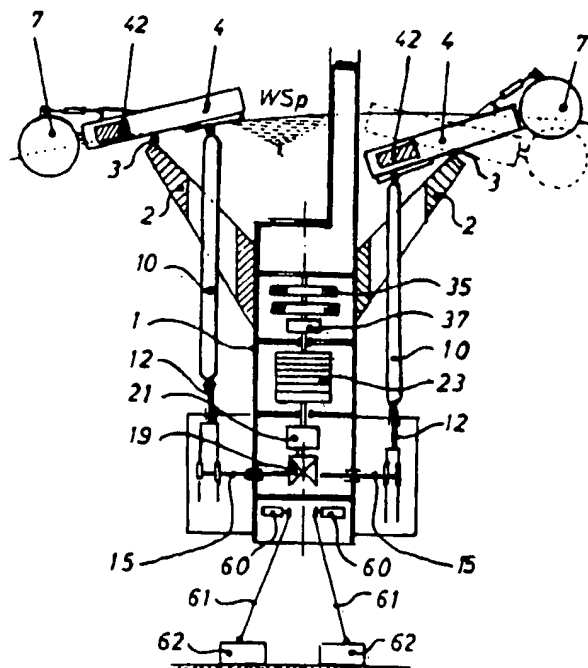
DE 41 43 011 C 1

54 Schwimmende Wellenkraftmaschine für die Erzeugung von Strom

57 Zur Erzeugung von Strom dient eine Wellenkraftmaschine, bestehend aus einem getauchten, röhrenförmigen Grundkörper (1), an dem sternförmig angeordnet mehrere Konsolen (2) bis hinauf zum Wasserspiegel auskragen, an deren Enden je ein als "Zweiarmliger Hebel" wirkender Haltearm (4) gelagert ist, der von dem Schwimmer (7) entsprechend den Wellenbewegungen ausgelenkt wird und die Hebelkräfte aller Haltearme (4) über Hubstangen (10) und (12) sowie Umlenkwellen (15) auf ein zentrales Kegelradgetriebe (19) übertragen werden, mit denen das schaltbare Übersetzungsgetriebe (21) den massenveränderlichen Schwungkörper (23) treibt, der seine kinematische Energie über einen Strömungswandler (37) zum Antrieb mehrerer Generatoren abgibt.

Der Grundkörper (1) ist mit Ketten (61) von Ankergewichten (62) gehalten und wird von Ankerwinden (60) entgegen seiner Auftriebskraft so tief abgetaucht, daß die Haltearme (4) frei schwimmend in Höhe des Wasserspiegels gehalten sind und somit keine Stampfbewegungen auf sie übertragen werden.

Mit einem längsbeweglichen Gewichtskörper (42) wird im Haltearm (4) ein zusätzliches Drehmoment um Lager (3) erzeugt, das entsprechend der Neigungsrichtung von Haltearm (4) das Auftriebsmoment oder das Abtriebsmoment von Schwimmer (7) unterstützt.



DE 41 43 011 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine schwimmende Anlage zur Erzeugung von Strom aus der Bewegung der Wasserwellen.

Es ist bekannt, daß für die Stromerzeugung schwimmende Kraftmaschinen eingesetzt werden, die von der Bewegung der Oberflächenwellen angetrieben werden. Nach der Art, wie diese Maschinen die Wellenhöhe und die Wellenneigung arbeitswirksam nutzen, sind vier Wandlertypen stellvertretend für viele Varianten zu nennen. ("Nutzung der Wellenenergie", Broschüre des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität Berlin.):

Cockerellfloß: Es werden mehrere Schwimmpons miteinander verbunden und die Relativbewegung der einzelnen Elemente untereinander wird energetisch mit hydraulischen Pumpen genutzt.

Salter Ente: Ein Schwingkörper besonderer Form schwingt um eine wellenparallele Achse und seine Energie wird energetisch mit hydraulischen Pumpen genutzt.

Kayserboje: Ein Schwimmkörper innerhalb einer Boje erfährt eine Relativbewegung zur Boje, die mit hydraulischen Pumpen genutzt wird.

Masuda Kammer: Durch Wellenbewegung wird Luft aus einem nur gegen die Wasseroberfläche offenen Raum über eine Turbine geleitet, ebenso die in der Gegenphase rückströmende Luft.

Diese Wellenkraftmaschinen arbeiten nach dem Prinzip, die vertikalen Wellenbewegungen in arbeitswirksame Dreh- oder Hubbewegungen umzuformen. Hierbei werden sowohl Wasser als auch Luft als kraftübertragendes Medium eingesetzt. Sobald Druckluft für den Antrieb von Arbeitsmaschinen eingesetzt ist, wird auch die Möglichkeit genutzt, Wellenenergie zu speichern (DE 31 30 095 C2).

In DE-PS 5 51 141 von der die Erfindung ausgeht, ist eine Wellenkraftmaschine beschrieben, die Wellenenergie auf mechanischem Wege in elektrischen Strom umwandelt und deren Gehäusekörper (Prahm) mittels Ankertrossen und Ankerwinden in einer teilweise getauchten Position, kurz unterhalb des Wasserspiegels gehalten wird. Für die Energieaufnahme sind Antriebschwimmkörper vorgesehen, die die Wellenbewegungen mit vertikal arbeitenden Zahnstangen, Zahnräder, Sperrklinkenschaltträder, Schwungscheiben oder Kreisel im Innern des Prahms in eine gleichförmige Umdrehung versetzen, mit denen Dynamos angetrieben werden.

Diese Anlage benötigt einen großen Gehäusekörper, in dem Dome für die Führung der Antriebsschwimmkörper, ein Turmgehäuse, eine Ausbuchtung für die Stromableitung, Gehäusekammern sowie Maschinenkammern und Laufgänge integriert sind. Der Prahm schwimmt nur teilweise getaucht, weil die Dome bis über den Wasserspiegel hinauf ragen und die Antriebschwimmkörper von oben auf den Wellen gehalten sind. Wird der Prahm von hohen Wellen überrollt, drücken ihn die Wassermassen in die Tiefe. Beim anschließenden Wiederaufschwimmen werden ruckartige Kräfte auf die Verankerungen wirksam, die zum Bruch der Halterungen und zum Kentern des Prahms führen können. Diese Gefahr wird besonders durch die Einführung der Ankertrossen in das oberhalb des Wasserspiegels angeordnete Turmgehäuse und durch seine flache Tellerform

verstärkt. Die Antriebschwimmkörper müssen das Gewicht der Zahnstangen tragen. Von ihrem Eigengewicht werden an den Zahnstangen beim Aufwärtshub entgegengerichtete Kräfte wirksam, die bei kleinen Wellen ihre Hubhöhe einschränken. Insgesamt werden bei der Energieumwandlung große Massen bewegt, sie lassen sich nicht auf das vorhandene, unterschiedliche Wellenangebot abstimmen. Für den Gleichlauf der Dynamos sind Schwungscheiben oder Kreisel vorgesehen, die jedoch für eine wesentliche Speicherung der Drehenergie nicht vorgesehen sind.

In DE-OS 29 21 381 ist eine schwimmende Wellenkraftmaschine beschrieben, bei der die Wellenbewegungen von sternförmig ausgerichteten Tragwerken mit je einem angesetzten Schwimmer aufgenommen werden, die am Umfang eines Zentralkörpers vertikal beweglich angesetzt sind und mit einem Winkelgestänge auf hydraulische Pumpen kraftübertragend wirken, mit denen ein Arbeitsmittel unter Druck gebracht wird, das eine Wasserturbine mit angekoppeltem Generator treibt. Der Zentralkörper ruht mit seinem Gewicht auf den Schwimmern und erzeugt in seinen Tragwerken Kräfte, die im Rhythmus der Wellenbewegungen die Pumpen betätigen. Jeder Pumpenkolben kann erst dann wechselseitige Hubbewegungen ausführen, wenn am Schwimmer der Gegendruck in Richtung Zentralkörper abfällt, was nur bei abwärts gerichteten Wellenbewegungen möglich ist und wenn die übrigen Schwimmer genügend Auftrieb erhalten, bis der Zentralkörper an dem zu entlastenden Schwimmer nicht in Richtung Wellental nachkippen kann. Der Gegendruck kann nur bei hohen Wellen aufgehoben werden, weil bei ihnen die Eintauchtiefen der Schwimmer überwunden werden können. Das kraftübertragende System dieser Anlage ist daher nur bei hohen Wellen arbeitswirksam. Diese Wellenkraftmaschine ist konstruktiv auf eine bestimmte Wellenlänge optimal ausgelegt und kann sich dem unterschiedlichen Wellengang nicht anpassen.

In US-44 80 966 ist eine schwimmende Wellenkraftmaschine beschrieben, an deren Zentralkörper sternförmig mehrere Auslegerarme vertikal schwenkbar gehalten sind, die mit je einem Schwimmer die Wellenbewegungen aufnehmen. Die Hebelkräfte werden, separat für jedes Schwimmersystem, auf eine vertikal arbeitende Hubstange übertragen. Diese werden für den Antrieb eines hydraulisch wirkenden Übertragungssystems eingesetzt, an dessen Ende Motore für den Antrieb von Stromerzeuger gekoppelt sind.

Von den Auslegerarmen können nur dann Schwenkbewegungen ausgeführt werden, wenn sie nicht parallel zur Welle ausgerichtet sind, weil die Höhenveränderungen am Zentralkörper synchron mit den Höhenveränderungen der jeweiligen Welle verlaufen. Hierdurch arbeiten nur ein Teil der gesamten Schwimmer kraftwirksam. An den Auslegerarmen können die Hebellängen nicht auf eine optimale Wirkung eingestellt werden, so daß bei unterschiedlichen Wellenhöhen an den Pumpen erhebliche Schwankungen der Hublängen und der Hubkräfte entstehen.

Der Energiestrom im Seegang ist von der Wellenhöhe und von der Wellenperiode abhängig. Jeder Seegang ist eine Folge der Aneinanderreihung individueller Wellen mit unterschiedlichen Höhen und Perioden, deren Wellenrichtungen nicht unbedingt parallel verlaufen. Aus diesen Eigenschaften ergibt sich, daß Wellenkraftmaschinen nicht das gesamte Energieangebot nutzen können, sondern entsprechend ihrer Arbeitsweise, ihrer Größe und ihrer Masse auf ein bestimmtes Wellenspek-

trum ausgelegt sind.

Große und schwere Schwimmkörper können in kleinen Wellen nur wenig genutzt werden, andererseits können kleine und leichte schwingende Massen auch nur einen geringen Teil der Wellenenergie aufnehmen.

Schwingarmsysteme müssen ihre Schwimmpontons parallel zur Wellenrichtung ausrichten, damit beim Durchlaufen der Welle die sinuskurvenartige Wellenform optimal genutzt wird. Hebelartig wirkende Schwimmer können quer zur Schwingebene anlaufenden Wellen nicht nutzen, weil sich der Anlenkpunkt und der Schwimmer auf gleicher Höhe befinden. Soweit hierfür Leiteinrichtungen vorgesehen sind machen sie solche Anlagen schwer und teuer. Bei Anlagen, die Wellenenergie über hydraulische Pumpen nutzen, wird ein Teil dieser Energie von dem inneren Widerstand der Pumpen aufgezehrt. Anlagen, in denen Druckluft als speicherfähiges Medium erzeugt wird, benötigen hierzu großvolumige, drucksichere Speicherräume, die den Schwimmkörper verteuern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Wellenkraftmaschine nach DE-PS 5 51 141 dadurch zu optimieren, daß die Wellenenergie über Schwingschwimmer aufgenommen wird und sie auf mechanischem Wege für den Antrieb von Stromerzeuger zu nutzen und hierfür die Möglichkeit vorzusehen, diese Energie kurzzeitig speichern zu können.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Hierzu soll die Anlage so ausgelegt sein, daß ein breites Energiespektrum genutzt wird und zum Erreichen eines hohen Wirkungsgrades sich die krafterzeugenden Maschinen auf die unterschiedlichen Wellengrößen und das Energieaufkommen optimal einstellen. Hierzu soll der Grundkörper mit dem Meeresboden so höhenstabil verankert sein, daß kraftmindernde Stampfbewegungen vermieden werden und die energieaufnehmenden Schwimmer in einer Höhe nivelliert sind, die optimale Schwimmauslenkungen möglich machen und dabei auch den Tidehub berücksichtigen. Bewegliche Gewichtskörper sollen in den Haltearmen zusätzliche Hebelmomente erzeugen und sie unterstützend in den Kraftfluß einbeziehen. Insgesamt soll die Anlage so kompakt gehalten sein, daß es lohnt sie nach der Sektionsbauweise herstellen zu können. Bei extrem hohen Wellen soll die Anlage in beruhigte Wassertiefen abgetaucht werden können und so vor Schäden gesichert sein. Über Seekabel soll der erzeugte Strom zur Küste transportiert werden.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen darin, daß für den Antrieb von Stromerzeuger die Wellenkraft mechanisch genutzt wird, ohne ein Zwischenmedium einzusetzen. Mit der Anordnung eines in den Kraftfluß zwischengeschalteten Schwungkörpers werden die unterschiedlichen Wellenimpulse geglättet und kurzzeitig gespeichert. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn die aufgenommenen Energien nicht sofort genutzt werden und wenn beim Anlaufen bereits abgeschalteter Generatoren ein erhöhter Energiebedarf erforderlich wird. Durch seine höhenstabile Verankerung des Grundkörpers werden für die Schwingschwimmer Anlenkpunkte geschaffen, die von Stampfbewegungen wenig beeinflußt sind und damit die Höhenveränderungen der beiden Wellenamplituden am Hebelsystem wirksam werden lassen. Gleichzeitig wird hiermit erreicht, daß auch quer zur Schwingebene anlaufende Wellen, Höhenveränderungen übertragen. Weil die Haltearme und die schweren kraftübertragenden Hubstangen als Schwimmkörper ausgebildet sind, werden vom

Eigengewicht herührende Gegenkräfte am Hebelsystem unwirksam, was sich besonders günstig bei kleinen Wellen auswirkt. Mit dem abgetauchten Grundkörper wird erreicht, daß kleinere Wellen die Anlage überrollen und sich ungebremst auf die Schwimmkörper zubewegen.

Die krafterzeugende Arbeitsweise der Gewichtskörper im Haltearm und die gesteuerte Zuführung von Ballastwasser in die Schwimmer bewirken, daß die Auftriebs- und die Abtriebskräfte am Hebelsystem unterstützt werden und so größere Hubbewegungen und Kräfte auf die kraftübersetzenden Maschinenteile wirken.

Mit der Möglichkeit, den Haltearm vertikal beweglich am Schwimmer anzulenken und ihn mit einer Verstellvorrichtung kurzzeitig so auszurichten, daß seine Schwingbewegungen gleiche Auslenkungswinkel um die horizontale Achse seines Drehpunktes beschreiben, wird erreicht, daß sich der Schwimmer auf unterschiedliche Wellenhöhen individuell einstellen läßt. Weil die Anlage tauchfähig ausgestaltet ist, können extreme Wellen und Stürme der getauchten Anlage nicht gefährlich werden. Dies dürfte besonders in solchen Seegebieten von Vorteil sein, in denen Wirbelstürme und Unterwasserbeben möglich sind.

Der Konstruktionsaufbau der Anlage erlaubt es, die Anlage in kleineren Werften herzustellen, ihren Transport in horizontaler Lage vorzunehmen und die Montage der Schwimmer und der Haltearme erst vor Ort vorzunehmen. Es ist vorstellbar, daß vor gefährdeten Küsten solche Anlagen wegen ihres getauchten Grundkörpers und ihrer energieabmindernden Arbeitsweise der Schwimmer wie Wellenbrecher wirken und deshalb unterstützend für den Küstenschutz wirksam werden können, wenn sie nebeneinander und in naher Entfernung zur Küste stationiert sind.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Anlage schematisch veranschaulicht.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch die Anlage längs der Linie I-I in Fig. 2.

Fig. 2 einen Schnitt längs der Linie II-II in Fig. 1.

Fig. 3 einen Schnitt längs der Linie III-III in Fig. 1.

Fig. 4 einen Schnitt längs der Linie IV-IV in Fig. 5, als Einzelheit der Zahnstangen u. Zahnräder.

Fig. 5 einen Schnitt längs der Linie V-V in Fig. 4, als Einzelheit der Zahnstangen.

Fig. 6 einen Schnitt längs der Linie VI-VI in Fig. 2, als Einzelheit des Haltearms in Normallage.

Fig. 7 einen Schnitt längs der Linie VII-VII in Fig. 6.

Fig. 8 einen Schnitt längs der Linie VI-VI in Fig. 2, als Einzelheit des Haltearms im Wellental.

Fig. 9 einen Schnitt längs der Linie VI-VI in Fig. 2, als Einzelheit des Haltearms im Wellenberg.

Fig. 10 einen Schnitt durch die kraftübertragenden Maschinenteile von der Umlenkswelle bis zu den Generatoren.

Fig. 11 Darstellung der Funktion des Schwungkörpers.

Fig. 12—19 Darstellung des Haltearms im Schnitt bei unterschiedlichen Schwimmlagen.

Die Anlage besteht aus einem schlanken, röhrenförmigen Grundkörper 1 (Fig. 1, 2, 6), an dessen oberen Teil sternförmig mehrere Konsolen 2 angesetzt sind, die schräge nach oben bis kurz unterhalb des Wasserspiegels ausragen. Am äußersten Ende jeder Konsole 2 ist das Lager 3 angeordnet, das den als zweiarmligen Hebel wirkenden Haltearm 4 vertikal schwenkbar in seinem

Drehpunkt hält.

Lager 3 (Fig. 6, 8, 9) teilt Haltearm 4 in den Kraftarm 5 und in den Lastarm 6. Durch das Kontergewicht 33 ist der Haltearm 4 ausbalanciert. An den Kraftarm 5 ist mit Gelenk 87 der Schwimmer 7 verbunden, der durch sein Volumen und durch sein Eigengewicht die vertikalen Wellenbewegungen in arbeitswirksame Hebelkraft umsetzt, der durch die Verstellvorrichtung 86 höhenveränderlich gekippt werden kann, bis Haltearm 4 horizontal ausgerichtet ist, wenn sich Schwimmer 7 in der Amplitudennulllinie befindet. Mit Ballastwasser 85 wird Schwimmer 7 auf die vorhandenen mittleren Wellengrößen abgestimmt und damit eine optimale Hebelkraft erzeugt.

An Lastarm 6 (Fig. 1, 6) ist das Gelenk 8, verschiebbar an der Laufschiene 9, gehalten, mit dem die als Hohlkörper ausgebildete Hubstange 10 verbunden ist. Das Auftriebsvolumen der getauchten Hubstange 10 entspricht ihrem Eigengewicht. Hierdurch ist vermieden, daß am Hebelsystem Eigengewichtskräfte wirksam werden können und damit Gegenkräfte erzeugt werden. Die Hubstange 10 wirkt wie eine vertikal arbeitende Pleuelstange eines Kolbenmotors. Am unteren Ende dieser Stange 10 ist das Gelenk 11 angesetzt, daß sie mit einer weiteren Hubstange 12 verbindet.

Die Hubstange 12 (Fig. 1, 3, 4, 5) ist im mittleren Teil zweiarmig ausgebildet und trägt hier die Zahnstangen 13 und 14, deren Zahnreihen auf Abstand stehen und entgegengerichtet sind. Zwischen sich nehmen sie eine Umlenkswelle 15 mit zwei separaten Ritzelrädern 16 und 17 auf. Zahnstange 13 steht mit Ritzel 16 und Zahnstange 14 steht mit Ritzel 17 im Eingriff. Beide Ritzelräder 16 und 17 sind mit einem Freilauf ausgestattet, (nicht eingezeichnet), deren kraftschlüssige Drehrichtungen gegensinnig verlaufen. Mit den wechselnden Hubrichtungen der Hubstangen 10 und 12 werden hierdurch von dem einen Ritzel nur die aufwärts gerichteten Kräfte auf die Umlenkswelle 15 übertragen. Von dem anderen Ritzel werden nur die abwärts gerichteten Kräfte auf die Umlenkswelle 15 übertragen. An der Umlenkswelle 15 stellt sich eine Drehrichtung ein, die von den kraftschlüssigen Freiläufen in den Ritzelräder 16 und 17 bestimmt werden.

Die Umlenkswelle 15 (Fig. 1, 10) ist horizontal ausgerichtet und durchdringt den Grundkörper 1 im Lager 18. Alle Umlenkwellen 15 wirken über ein gemeinsames Kegelradgetriebe 19 und eine Freilaufkupplung 20 auf das mehrstufige Übersetzungsgetriebe 21, das eine in der Grundkörperachse 69 axial und radial gelagerte Arbeitswelle 22 treibt, mit der der Schwungkörper 23 angetrieben wird.

Das mehrstufige Übersetzungsgetriebe ist so ausgelegt, daß die niedertourigen Kraftimpulse von dem Kegelradgetriebe 19 auch dann noch wirksam werden, wenn der Schwungkörper 23 bereits mit hohen Drehzahlen arbeitet. Sobald am Kegelradgetriebe 19 die Umdrehungszahl soweit abgefallen ist, daß kein kraftwirksames Drehmoment an den Schwungkörper 23 abgegeben werden kann, wird das Getriebe 21 durch die Freilaufkupplung 20 vom Kegelradgetriebe 19 getrennt.

Mit der Arbeitswelle 22 wird der Schwungkörper 23 angetrieben, der die Bewegungsenergie der unterschiedlichen Kraftimpulse des Hebelsystems durch seine Masse glättet. Er besteht aus einer feststehenden Mitnehmerschwungscheibe 24, über der mehrere, auf der Arbeitswelle 22 axial und radial gelagerte lose Schwungscheiben 25 angeordnet sind, die durch Distanzringe 36 gegeneinander auf Abstand gehalten sind. (Fig. 10).

Die feste Mitnehmerschwungscheibe 24 (Fig. 10, 11) und jede lose Schwungscheibe 25 ist im oberen Teil des Außenmantels mit einem Konus 26 versehen, der als Andruckfläche einer elastisch wirkenden Reibungskupplung dient. Jede darüber angeordnete Schwungscheibe 25 ist im unteren Teil ihres Außenmantels mit einem rechteckigen Absatz 27 versehen, in dem Führungsnuten 34 in axialer Richtung angeordnet sind. Zwischen dem Konus 26 und dem Absatz 27 ist ein Kupplungsring 28 angeordnet. Der untere Teil seiner Bohrung ist entsprechend dem Konus 26 kegelig aufgeweitet und dient als gegengerichtete Andruckfläche für den Konus 26. Im zylindrischen Teil der Lochleibung, sind im Kupplungsring 28 axial ausgerichtete Führungsstege 90 angeordnet, die in die Führungsnuten 34 eingreifen und mit denen der Kupplungsring 28 drehfest und axial verschiebbar zwischen den Schwungscheiben gehalten ist. Entsprechend der Stellung des Winkelhebels 29 wird die konische Lochleibung des Kupplungsringes 28 gegen den Konus 26 der Schwungscheibe 24 oder 25 gedrückt. Bei mäßigem Druck entsteht eine schleifende Verbindung der Kupplungsscheiben miteinander, die mit zunehmenden Druck in eine drehfeste Verbindung übergeht.

Die Größe des abgehenden Drehmoments am Getriebe 21 bestimmt, wieviele lose Schwungscheiben 25 mit den Kupplungsringen 28 der festen Schwungscheibe 24 zugeschaltet werden können, mit denen eine Drehzahl erreicht wird, die optimale Leistungen an den Generatoren ermöglicht.

Die Gesamtzahl der losen Schwungscheiben 25 im Schwungkörper 23 richtet sich nach dem größten möglichen Energieaufkommen von allen Schwimmern 7, wobei berücksichtigt ist, daß bei geringem Strombedarf (Nacht) Generatoren 35 abgeschaltet werden und die gesamte anfallende Wellenenergie von Schwungkörper 23 gespeichert wird.

Zwischen dem Schwungkörper 23 und den Generatoren 35 ist der Strömungswandler 37 angeordnet, der das abgehende Drehmoment vom Schwungkörper 23 auf die erforderlichen Drehzahlen für den Antrieb der Generatoren 35 einstellt (Fig. 10). Hinter dem Strömungswandler 37 sind auf der Arbeitswelle 22 übereinander mehrere Generatoren 35 angeordnet, die entsprechend dem Energieangebot des Strömungswandlers 37 arbeitswirksam zugeschaltet werden.

Der Haltearm 4 ist als Hohlkörper mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet (Fig. 6, 7). Seine Seitenwände 39 tragen Führungsschienen 40, auf denen Gewichtskörper 42 durch Rollen 41 beweglich gelagert ist. Sobald der Haltearm 4 vom Schwimmer 7 in eine schiefe Ebene ausgelenkt ist, rollt der Gewichtskörper 42 zum Tiefpunkt der Führungsschienen 40 und erzeugt am Drehpunkt des Haltetagers 3 ein zusätzliches Drehmoment. Bei seiner Stellung im Bereich des Lastarms 6 wird das Auftriebsmoment von Schwimmer 7 vergrößert und bei seiner Stellung im Bereich dem Kraftarms 5 wird das Abtriebsmoment von Schwimmer 7 vergrößert. Die zusätzlichen Drehmomente von Gewichtskörper 42 dürfen nicht die Größe der von den Schwimmerkräften erreichten Drehmomente annehmen, weil sie bei der Hubumkehr von Schwimmer 7 diesen Momenten entgegengerichtet sind und sie aufheben würden.

Damit das Drehmoment des Gewichtskörpers 42 auf die erforderliche Größe eingestellt werden kann, sind auf den Führungsschienen 40 Endsteller 43 angeordnet. Mit dem Stellmotor 46 wird die Zugspindel 44 betrieben, die in den Lagerbock 45 des Endstellers 43 greift

und ihn in einer, für den Schuttkörper 42 vorausbe-
rechneten, optimalen Hebellänge stationiert. (Fig. 6, 8,
9) Mit dem Puffer 49 wird der Aufprall des Gewichtskörpers 42 auf den Endsteller 43 gedämpft.

Mit den Rohren 50 wird Ballastwasser 85 aus dem Grundkörper 1 in den Schwimmer 7 gepumpt und damit das Schwimmgewicht den Auftriebskräften der unterschiedlichen Wellenhöhen angepaßt. Der Schwimmer 7 ist großflächig dimensioniert, damit der Wassergegendruck großflächig den Abtriebskräften des Schwimmers entgegen wirkt und seine Eintauchtiefe gering bleibt. (Fig. 6, 8, 9).

Entsprechend den vertikalen Bewegungen der Schwimmer 7 (Fig. 1, 6, 8, 9) werden die Kraftwege und Lastwege im Hebelsystem bestimmt. Die Länge des Lastarms 6 und seine Hubbewegungen stehen in einem engen Zusammenhang. Bei kleinen Wellen soll der Hubweg von der Zahnstange 10 noch so lang sein, daß sich beim Abrollen der Zahnstangen 13 und 14 auf die Ritzelräder 16 und 17 an Umlenkwellen 15 ein ausreichender kraftwirksamer Drehwinkel einstellt, so daß beim Eingriff aller Umlenkwellen 15 in das Kegelradgetriebe 19 ein umlaufender Kraftfluß wirkt. Gleichzeitig soll der Lastarm 6 möglichst kurz sein, damit große Kräfte auf die Umlenkwellen 15 übertragen werden, die ein großes Übersetzungsverhältnis am Getriebe 21 möglich machen.

Weil die Zahnstangen 13 und 14 wasserdicht im Gehäuse 51 gelagert sind, muß die Auslenkung am Lastarm 6 auf die möglichen Arbeitswege der Zahnstangen 13 und 14 im Gehäuse 51 begrenzt sein. Dies wird erreicht, indem das Gelenk 8 an der Laufschiene 9 verschiebbar gehalten ist. Als Verstellvorrichtung ist an der Außenseite des Grundkörpers 1, unterhalb jeder Konsole 2, ein hydraulisch wirkender Stellzylinder 53 angeordnet, der mit seinem Stellkolben 54 in die Gleitschiene 55 (Fig. 1) eingreift und hier Seitenkräfte auf die Hubstange 10 ausübt, die sie längs des Lastarms 6 um den Drehpunkt von Lager 11 auslenkt und damit die Länge des Lastarms 6 einstellt. Das Gehäuse 51 ist durch die Halterung 52 fest mit dem Grundkörper 1 verbunden und das Gleitlager 56 im Gehäuse 51 bewirkt, daß die Hubstange 12 in der Verlängerung der Zahnstangenachse axial verschiebbar gehalten ist. (Fig. 1).

Der Grundkörper 1 (Fig. 1) ist im unteren Teil als Taucherglocke 57 ausgebildet. Hierfür ist die Deck- und Bodenplatte 58 mit einer Luftschleuse ausgestattet (nicht eingezeichnet). Eine Arbeitsbühne im oberen Teil der Taucherglocke und Leitern an der Grundkörperwandung machen die Taucherglocke mit dem darüber angeordneten Maschinenraum 70 begehbar. In Höhe der Arbeitsbühne 59 ist an der Wandung des Grundkörpers 1 das Ankerspill 60 angeordnet mit dem die Ankerketten 61 betätigt werden. Als Anker wirken drei Gewichtskörper 62, die um 120 Grad versetzt, auf dem Meeresboden abgesenkt sind und die Anlage ortsfest stationieren. Mit den Ankerketten 61 wird der Grundkörper 1 in einer getauchten, vor Stampfbewegungen weitgehend geschützten Wassertiefe gehalten, so daß die Lager 3, auf den Konsolen 2 die Haltearme 4 in Höhe des Wasserspiegels halten. Die Arbeitsbefehle bekommt das automatisch gesteuerte Ankerspill 60 von einer Rechen- und Steueranlage 63, die im Schaltraum 73 angeordnet ist.

Von der Bodenplatte 58 und dem darüber angeordneten Querschott 64 wird der Maschinenraum 70 gebildet. In ihm ist das Kegelradgetriebe 19 (Fig. 1, 10) angeordnet, das alle Kegelräder der Umlenkwellen 15 aufnimmt

und ihre Kraftimpulse über eine Freilaufkupplung 20 an ein hochübersetzendes Zahnradgetriebe 21 abgibt. Das Übersetzungsverhältnis des schaltbaren Getriebes 21 ist so ausgelegt, daß auch noch schwache Kraftimpulse an der Arbeitswelle 22 wirksam werden. Auf der Bodenplatte 58 ist in der Grundkörperachse 69 das Axial- und Radiallager 68 angeordnet, mit dem die Arbeitswelle 22 am unteren Ende in einer vertikalen Stellung gehalten ist. Außerdem sind im Maschinenraum 70 die Arbeitspumpen und Armaturen für die Beschickung der Schwimmer 7 mit Ballastwasser angeordnet (nicht eingezeichnet). Die Arbeitswelle 22 durchdringt den Schott 64 im Lager 77 das wasserundurchlässig ausgebildet ist und bei Wassereintrich in den Maschinenraum 70 den darüber befindlichen Schwungkörperraum 71 schützt.

Im Schott 64 (Fig. 1) ist eine wasserdicht verschließbare Montageöffnung angeordnet, durch die alle Maschinenteile für den Maschinenraum 70 befördert werden. Über ein Mannloch und Leitern ist der Maschinenraum 70 mit dem Schwungkörperraum 71 begehbar verbunden (nicht eingezeichnet).

Über dem Schott 64 (Fig. 1, 10) ist der Schwungkörperraum 71 angeordnet. Er ist von dem darüber befindlichen Generatorenraum 72 durch ein Schott 65 in einen separaten, geschützten Raum abgetrennt. In ihm wird an der hindurchgehenden Arbeitswelle 22 der Schwungkörper 23 gehalten. An Haltevorrichtungen (nicht eingezeichnet), die auf den Schwungkörper 23 ausgerichtet sind, werden die Stellmotore 30 und die Stellhebel 29 angeordnet, die zum Zu- und Entkuppeln der losen Schwungscheiben 25 erforderlich sind.

Im Querschott 65 ist in axialer Lage eine Montageöffnung 74 angeordnet, durch die Schwungkörper 23 für Montagearbeiten gehoben wird. Mit der geteilten Verschlussplatte 83 wird die Montageöffnung geschlossen.

Im Generatorenraum 72 endet die Arbeitswelle 22 an der Verbindungsstelle zu einem Strömungswandler 37 (Fig. 10) mit dem die Arbeitsdrehzahlen für die Generatoren 35 eingestellt werden.

Über dem Strömungswandler 37 sind in axialer Lage 69 mehrere Generatoren 35 angeordnet, die entsprechend der Leistungsabgabe von Strömungswandler 37 zugeschaltet werden.

Zwischen dem Generatorraum 72 und dem darüber befindlichen Schaltraum 73 ist das Schott 66 angeordnet, in dem ebenfalls eine abdeckbare Montageöffnung in axialer Lage vorhanden ist.

Schaltraum 73 ist nach außen durch die Deckplatte 67, mit integrierter Montageöffnung, tauchsicher abgedeckt. Im Schaltraum 73 (Fig. 1) werden die stromführenden Leitungen installiert und geschaltet. Außerdem sind hier die Rechen- und Steueranlagen untergebracht, mit denen die Anlage betrieben wird.

Zu den wichtigsten Aufgaben der Meß- und Steueranlage gehören:

1. Ermittlung der Wellenrichtung und Ausrichtung der Radarantenne auf die Wellenfront.
2. Ermittlung der Wellenhöhe. (Der von den Wellen zuerst angelaufene Schwimmer 7 ermittelt die relative Wellentiefe zum Lager 3, des vorderen Wellentals durch Eingeben seines Neigungswinkels in die Rechenanlage. Gleichzeitig wird über Radarmessung der vorderen Welle die relative Höhe über Lager 3 ermittelt. Die Differenz zwischen "Höhe" und "Tiefe" ergibt die arbeitswirksame Wellenhöhe, auf die alle Schwimmer 7 durch Zuführung von Ballastwasser getrimmt werden. Gleichzeitig wer-

- den alle Haltearme 4 durch Justieren mit der Stellvorrichtung 86 auf diese Wellenhöhe ausgerichtet.)
3. Ermittlung des Tidehubs am Grundkörper 1.
4. Ausgleich des Tidehubs durch Betätigen der Ankerwinden 60.
5. Ermitteln und Einstellen des optimalen Hebelweges, im Haltearm, für Gewichtskörper 42.
6. Ermitteln und einstellen einer optimalen Hebellänge für Hubstange 10, am Lastarm 6.
7. Ermitteln und einstellen des optimalen Übersetzungsverhältnisses am Getriebe 21.
8. Ermitteln und Zuschalten der losen Schwungscheiben 25 am Schwungkörper 23.
9. Ermitteln und Zuschalten der Stromerzeuger entsprechend dem Energieangebot und ihres Bedarfs.

Vom Schaltraum 73 führt eine Einstiegsröhre (Turm) 78 bis mehrere Meter über den Wasserspiegel hinauf, mit der gesichert ist, daß die Einstiegsöffnung 79 auch bei hohen Wellen zugänglich bleibt. Am Turm sind die Radarantenne, die Befehlsantenne und die Positionslichter angeordnet (nicht eingezeichnet).

Über einen Steg 81, der über dem Schwimmer 7 und dem Haltearm 4 angeordnet ist und der seitlich an der Einstiegsröhre 78 vorbeiführt, sowie über Leitern 80, die an der Einstiegsröhre 78 angeordnet sind, ist die Einstiegsröhre 78 begehbar.

Die Arbeitswelle 22 wird mit Stützarmen 89 gehalten und zentriert und wird in Lager 88 geführt. (Fig. 10).

Erläuterungen zur Kraftübertragung bei unterschiedlichen Wellenhöhen.

Fig. 12 Auftrieb zum Wellenberg (Windstärke 4)
mittlere Wellenhöhe = 0,55 m
mittlere Wellenfrequenz = 15/Minute

Am Schwimmer 7 werden bei kleinen Wellen nur schwache Auftriebskräfte wirksam. Damit sie von dem Schwimmergewicht nicht überlagert und aufgehoben werden, arbeitet der Schwimmer 7 ohne Ballastwasser. Der Gewichtskörper 42 bleibt unverrückbar über dem Lager 3 stationiert, weil die große Wellenfrequenz keine Rollbewegungen des Gewichtskörper 42 zuläßt. Die Hubstange 10 ist am äußersten Ende von Lastarm 6 positioniert, der hier seine größte Hebelauslenkung erhält. Der relativ kurze Hub der Zahnstangen 13 und 14 erzeugt an der Umlenkswelle 15 einen arbeitswirksamen Drehwinkel unter 360 Grad. Für einen umlaufenden Kraftfluß werden mindestens zwei Hübe der Zahnstangen 13 und 14 erforderlich. Das Übersetzungsgetriebe 21 wird mit niedrigen Drehzahlen angetrieben und muß sie hoch übersetzen, um am Schwungkörper 23 Drehzahlen zu erreichen, mit denen der Generator 35 angetrieben werden kann. Dies ist bei den schwachen Drehkräften nur mit kleiner Schwungmasse ohne lose Schwungscheiben 25 zu erreichen. Soll kein Strom erzeugt werden, ist es sinnvoll, lose Schwungscheiben 25 an die feste Schwungscheibe 24 anzukuppeln und eine größtmögliche Schwungmasse in eine höchstmögliche Umdrehungsgeschwindigkeit zu versetzen und die Drehkräfte kurzzeitig zu speichern.

Fig. 13 Abtrieb zum Wellental (Windstärke 4).

Die Arbeitsabläufe im kraftübertragenden System entsprechen den in Fig. 12 angegebenen Erläuterungen.

Fig. 14 Auftrieb zum Wellenberg (Windstärke 5)
mittlere Wellenhöhe = 1,3 m
mittlere Wellenfrequenz = 11/Minute.

Die Wellenhöhe macht ausreichende Auftriebskräfte am Schwimmer 7 wirksam, die eine Vergrößerung sei-

nes Gewichts durch Ballastwasser möglich machen. Der Gewichtskörper 42 rollt einen kurzen Hebelweg in den Bereich des Lastarmes 6 und erzeugt ein zusätzliches Auftriebsmoment. Auf die Hubstange 10 wirkt bei einer Stellung am Ende von Lastarm 6 eine größere Hebelauslenkung und sie erzeugt einen entsprechend längeren Abrollweg der Ritzelräder 15 und 16 auf den Zahnstangen 16 und 17, was zur Erhöhung der Drehzahlen von Umlenkswelle 15 führt. Wegen der größeren Schwimmerkräfte werden auch größere Drehmomente an Übersetzungsgetriebe 21 wirksam, die das Zuschalten mehrerer loser Schwungscheiben 25 möglich machen.

Fig. 15 Abtrieb zum Wellental (Windstärke 5).

Für die Unterstützung der Abtriebskräfte kann Gewichtskörper 42 noch nicht im Bereich von Kraftarm 5 arbeitswirksam eingesetzt werden, weil im unteren Totpunkt an Schwimmer 7 die Auftriebskräfte nicht so groß sind, daß sie das Schwimmergewicht plus Ballastgewicht plus Gewichtskörper 42 aufheben können. Die anderen Arbeitsabläufe entsprechen denen in Fig. 14 angegebenen Erläuterungen.

Fig. 16 Auftrieb zum Wellenberg (Windstärke 6)
mittlere Wellenhöhe = 2,5 m
mittlere Wellenfrequenz = 8,51/Minute.

Bei diesen Wellengrößen werden Auftriebskräfte wirksam, die eine große Ballastmenge im Schwimmer 7 möglich machen, außerdem wird zur Kraftvergrößerung Gewichtskörper 42 eingesetzt. Am Lastarm 6 sind die Hebelauslenkungen so groß, daß Hubstange 10 an einem verkürzten Lastarm 6 gehalten werden kann. Wegen des längeren Hubweges der Zahnstangen 13 und 14 stellen sich an den Ritzelräder 16 und 17 höhere Umdrehungszahlen ein, die Umlenkswelle 15 mit ca. 4 Umdrehungen pro Welle auf Kegelradgetriebe 19 wirken lassen. Es werden große Kräfte übertragen, die von Übersetzungsgetriebe 21 in hohe Drehleistungen übersetzt werden. Dem Schwungkörper 23 sind mehrere Schwungscheiben 25 zugeschaltet und zur Stromerzeugung sind ebenfalls mehrere Generatoren arbeitswirksam.

Fig. 17 Abtrieb zum Wellental (Windstärke 6).

Die Arbeitsabläufe im kraftübertragenden System entsprechen denen in Fig. 16 beschriebenen Erläuterungen.

Fig. 18 und 19 (Windstärke 7)
mittlere Wellenhöhe = 4,5 m
mittlere Wellenfrequenz = 7/Minute.

Diese Wellengröße reicht aus, die Anlage voll zu belasten. Schwimmer 7 ist optimal mit Ballastwasser gefüllt, Gewichtskörper 42 nutzt seine volle Hebelläuge aus und auf Übersetzungsgetriebe 21 wirken so starke Kräfte, daß Schwungkörper 23 mit höchsten Touren arbeiten kann.

Patentansprüche

1. Schwimmende Wellenkraftmaschine für die Stromerzeugung, mit einem getauchten Grundkörper, an dem über Befestigungen um die Achse mehrere Schwimmer angebracht sind, die Zahnstangen in vertikale Bewegungen versetzen, welche die kraftübertragenden Räder und Wellen mit Sperrklinken-Schalträder in einen gleichen Drehsinn versetzen und die Gleichförmigkeit ihrer Umdrehungsbewegungen mit Schwungscheiben oder mit Kreisel sichert, deren Energien für den Antrieb von Stromerzeuger genutzt werden und deren Strom

mit Unterwasserkabeln an die Küste transportiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß an dem getauchten Grundkörper (1) sternförmig angeordnete Konsolen (2) schräg nach oben, bis zum Wasserspiegel hinauf, auskragen, an deren Enden je ein Lager (3) angeordnet ist, an dem je ein Haltearm (4) gehalten ist, der wie ein zweiarmliger Hebel arbeitet und der von einem der Schwimmer (7) im Rhythmus der Wellenbewegungen ausgelenkt wird, daß an jedem Lastarm (6) des Haltearms (4) eine Hubstange (10) vertikal nach unten ragend und außerhalb vom Grundkörper (1) gehalten ist, die die Hebelbewegungen über Zahnstangen (13), (14) auf die freilaufgesperrten Ritzelräder (16), (17) von Umlenkwellen (15) übertragen und daß alle Umlenkwellen (15) innerhalb des Grundkörpers (1) in einem Kegelradgetriebe (19) eingreifen und ihre niedertourigen Drehbewegungen über eine Freilaufkupplung (20) auf ein mehrstufiges Übersetzungsgetriebe (21) abgeben, von dem hohe Ausgangsdrehzahlen erreicht werden, die eine Arbeitswelle (22) antreiben und auf der ein massenveränderlicher Schwungkörper (23) angeordnet ist, dessen Schwungscheibenanzahl (25) auf die ihm zugeführte Energie abstimbar ist und sie über einen Strömungswandler (37) in der erforderlichen Größe an die Generatoren (35) abgibt.

2. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der röhrenförmige Grundkörper (1) im unteren Teil als Taucherglocke (57) ausgebildet ist, in der Ankerwinden (60) gehalten sind, mit denen die auf dem Meeresboden befestigten Ankerketten (61) zugbelastet werden bis der Grundkörper (1) gegen seine Auftriebskraft unter dem Wasser höhenmäßig so ausgerichtet ist, daß Lager (3) die Haltearme (4) frei schwimmend in Höhe des Wasserspiegels hält und hierdurch die Haltearme (4) bei Wellengang in Höhe der Amplitudennulllinie gehalten sind, wobei auch die von der Tide hervorgerufenen Höhenveränderungen von den Ankerwinden ausgeglichen werden.

3. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwimmer (7) an Haltearm (4) von Gelenk (87) gehalten ist und mit Verstellvorrichtung (86) höhenveränderlich gekippt werden kann und hierdurch bei unterschiedlichen Wellenhöhen erreicht wird, daß immer, wenn sich der Schwimmer (7) auf der Amplitudennulllinie befindet, der Haltearm (4) horizontal ausgerichtet wird.

4. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Haltearm (4) auf Laufschienen (40) der Gewichtskörper (42) rollend gelagert ist, der entsprechend dem Neigungswechsel des Haltearms (4) seinem Tiefpunkt entgegen rollt und hierbei um Lager (3) ein zusätzliches Drehmoment erzeugt, daß entsprechend seiner Stellung am Hebel, die Auftriebs- oder die Abtriebsmomente kraftwirksam unterstützt und die Hebelwege von Gewichtskörper (42) durch Endsteller (43) begrenzt werden, die von Leitspindeln (44) und Stellmotore (46) in eine vor ihrer Beanspruchung ermittelten Stellung gerückt werden.

5. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Achse von Grundkörper (1) mit dem Axiallager (68) die Arbeitswelle (22) gehalten ist, auf der der Schwungkörper (23) gelagert ist und der Schwungkörper (23) aus der festen

Schwungscheibe (24) besteht, über der die losen Schwungscheiben (25) mit Distanzringe (30) auf Abstand gehalten werden und jede lose Schwungscheibe (25) sich durch einen Kupplungsring (28) mit der darunter festen Schwungscheibe (24) oder (25) drehfest verbinden lassen, wobei der Kupplungsring (28) von dem Winkelhebel (29) axial bewegt wird, bis entsprechend der zur Verfügung stehenden Energie, eine optimale Schwungmasse in eine optimale Drehbewegung gebracht ist.

6. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hohle Hubstange (10) von Stellzylinder (53) und Stellkolben (54) ausgelenkt wird und mit Gelenk (8) an Laufschiene (9) eine optimale Hebellänge am Lastarm (6) eingestellt wird.

7. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper (1) durch Querschott (64) in den Maschinenraum (70) abgeteilt ist, in dem alle Umlenkwellen (15) in Lager (18) die Grundkörperwandung (1) durchstoßen und in dem das Kegelradgetriebe (19), die Freilaufkupplung (20), das Übersetzungsgetriebe (21) und in axialer Lage die Arbeitswelle (22) auf Axiallager (68) angeordnet sind und die Arbeitswelle (22) in Schott (64) durch ein wasserdichtes Lager (77) den darüber angeordneten Schwungkörperraum (71) vor Wassereintrich schützt und in Schott (64) eine wasserdicht verschließbare Montageöffnung angeordnet ist.

8. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß von Querschott (65) der Schwungkörperraum (71), von Querschott (66) der Generatorenraum (72) und von Deckplatte (67) der Steuer-, Meß- und Schaltraum (73) gebildet werden und in den Querschotts (65) und (66) Montageöffnungen angeordnet sind, die von segmentförmigen Platten geschlossen werden und in der Deckplatte (67) ebenfalls eine wasserdicht verschließbare Montageöffnung angeordnet ist.

3. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitswelle (22) von Radiallager (88) geführt ist, die von Stützarme (89) getragen und zentriert werden und die sich an der Grundkörperwandung (1) abstützen und für die Montage der Maschinen sich diese Stützarme entfernen lassen.

10. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von dem getauchten Grundkörper (1) eine enge Einstiegsröhre (78) bis einige Meter über den Wasserspiegel hinauf führt und damit gewährleistet ist, daß die Anlage auch bei hohen Wellen begehbar ist.

11. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Generatorenraum (72) auch der Strömungswandler (37) angeordnet ist, der wie die Arbeitswelle (22) von Stützarmen (89) gehalten wird, die sich an der Grundkörperwandung (1) abstützen und für Montagearbeiten entfernen lassen und daß mehrere Generatoren (35) übereinander angeordnet sind, die von der Arbeitswelle angetrieben werden und sich entsprechend dem Energieangebot zu- oder abschalten lassen.

12. Wellenkraftmaschine nach Anspruch 1, 8 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Steuer-, Meß- und Schaltraum (73) alle Apparaturen an der Grundkörperwandung (1) angeordnet sind, so daß für



Montagearbeiten Platz für den Maschinentransport bleibt.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

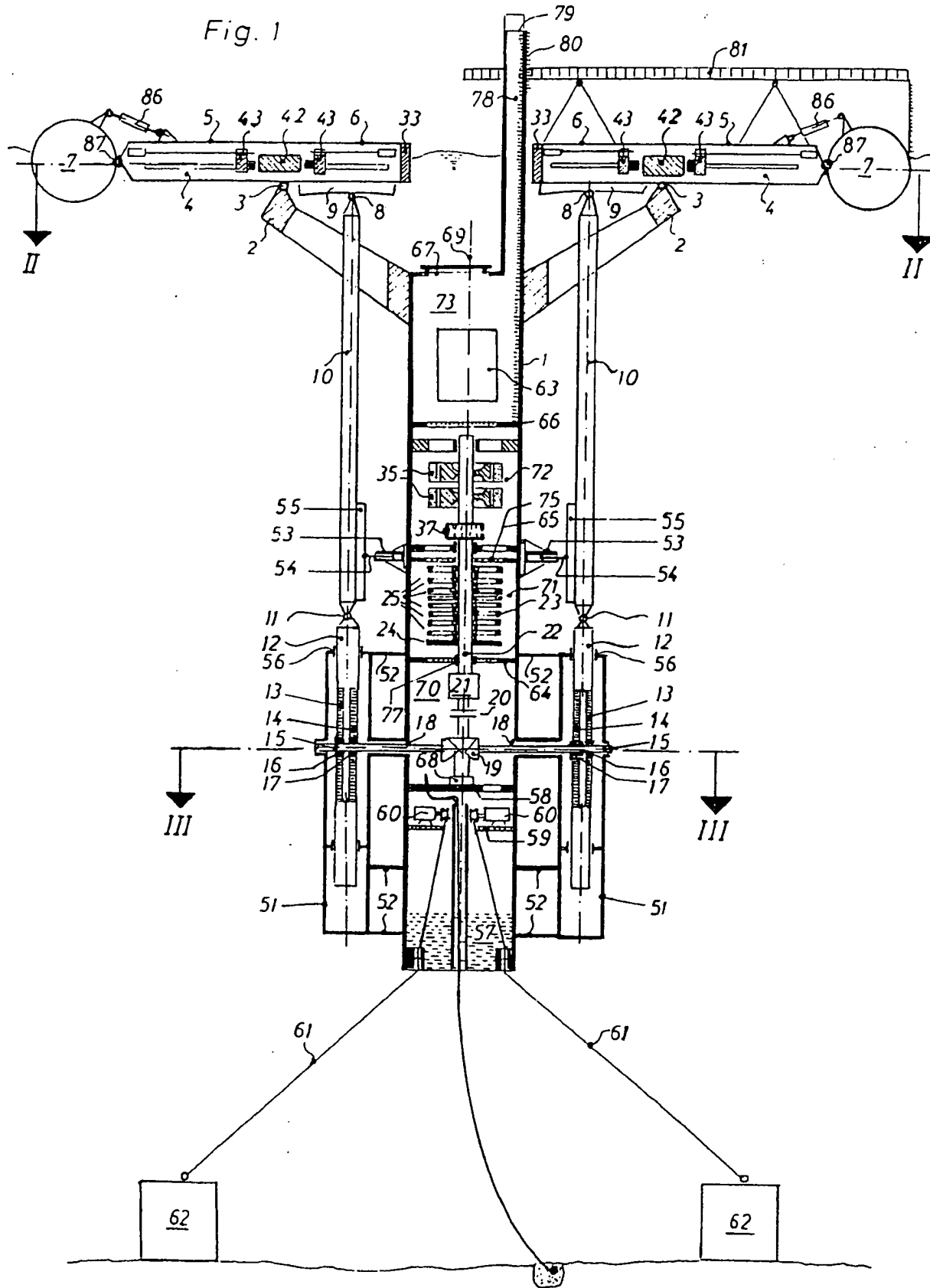


Fig. 2

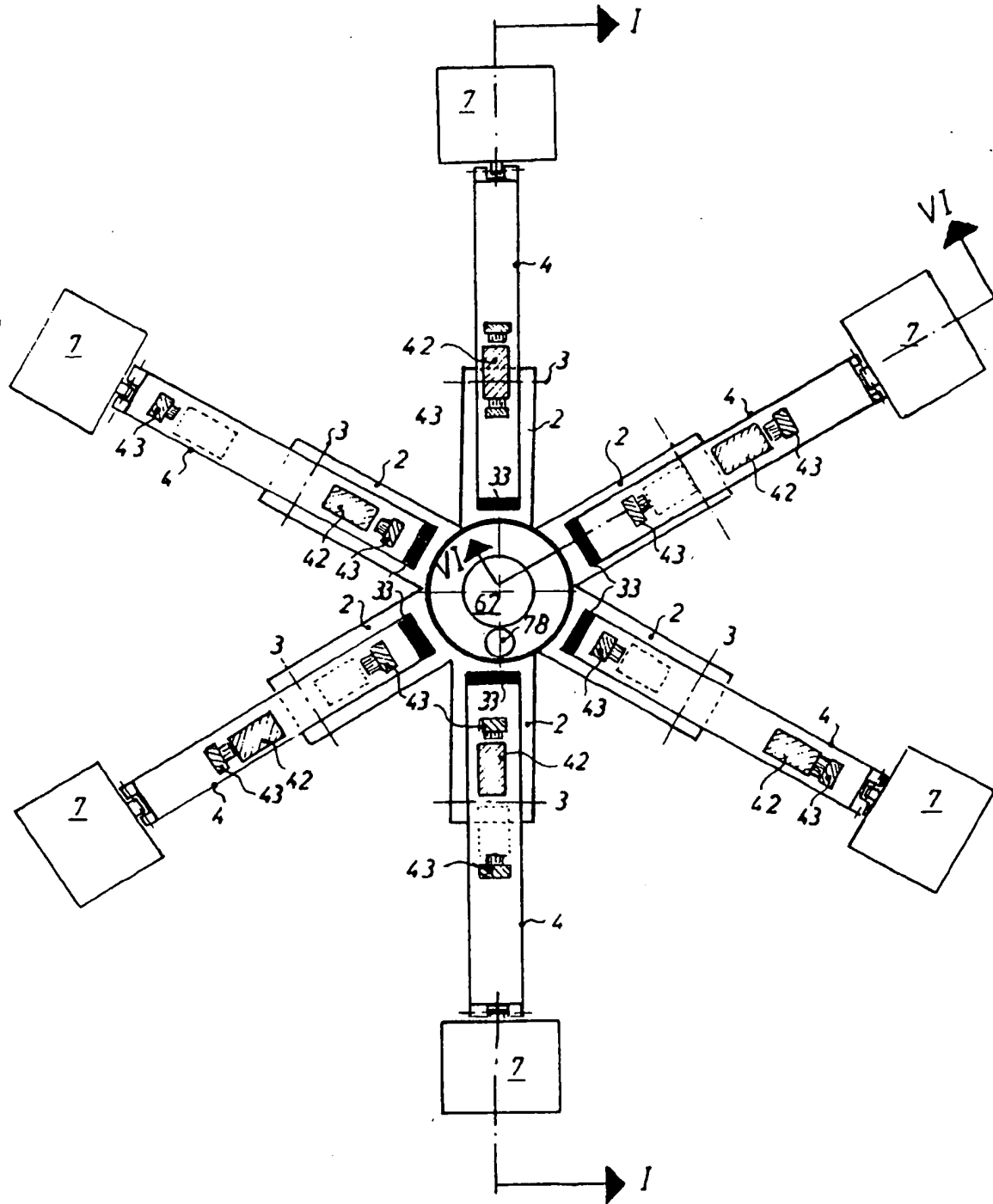


Fig. 3

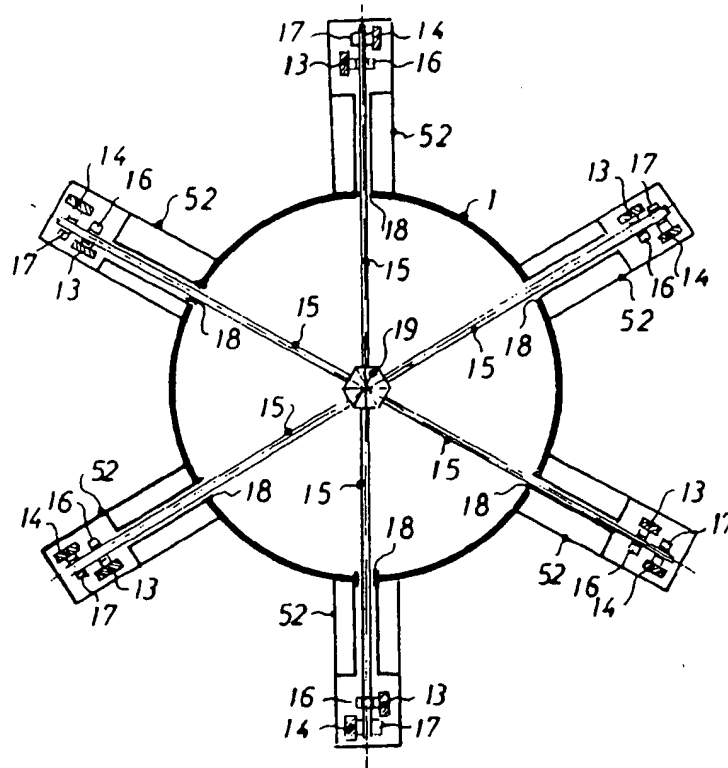


Fig. 4

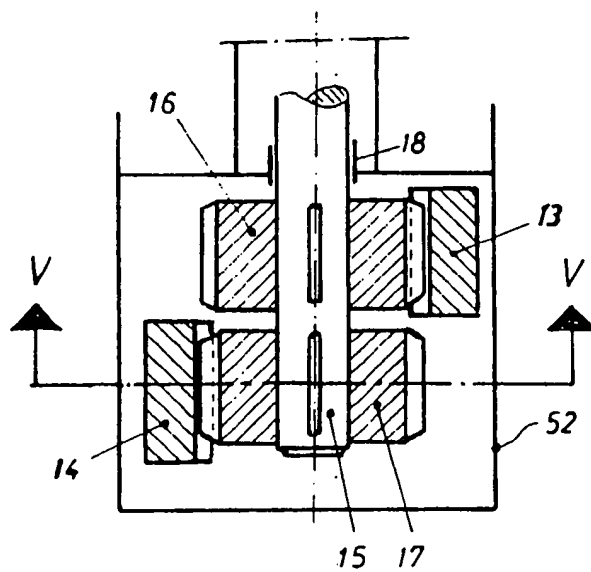


Fig. 5

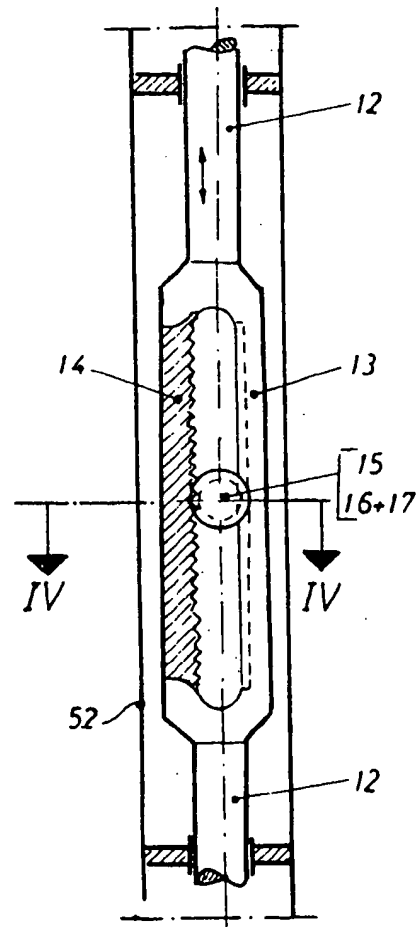


Fig. 6

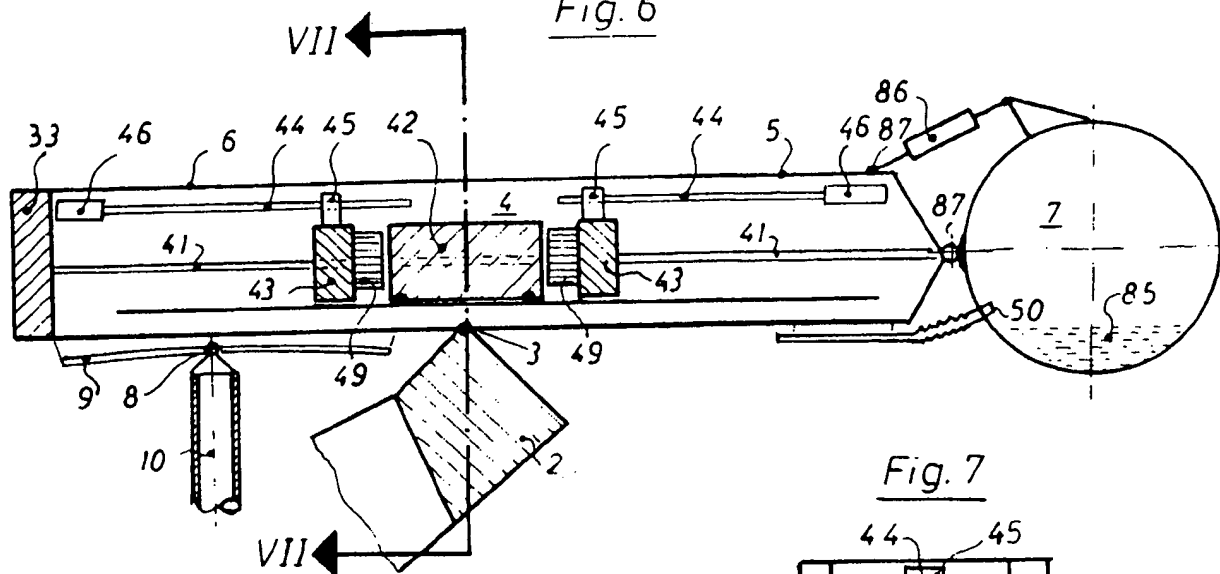


Fig. 7

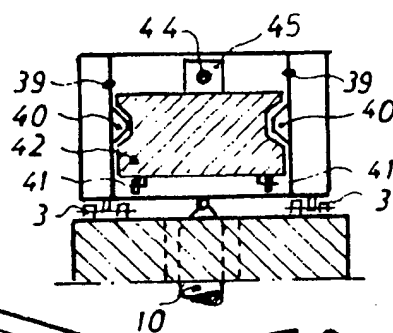


Fig. 8

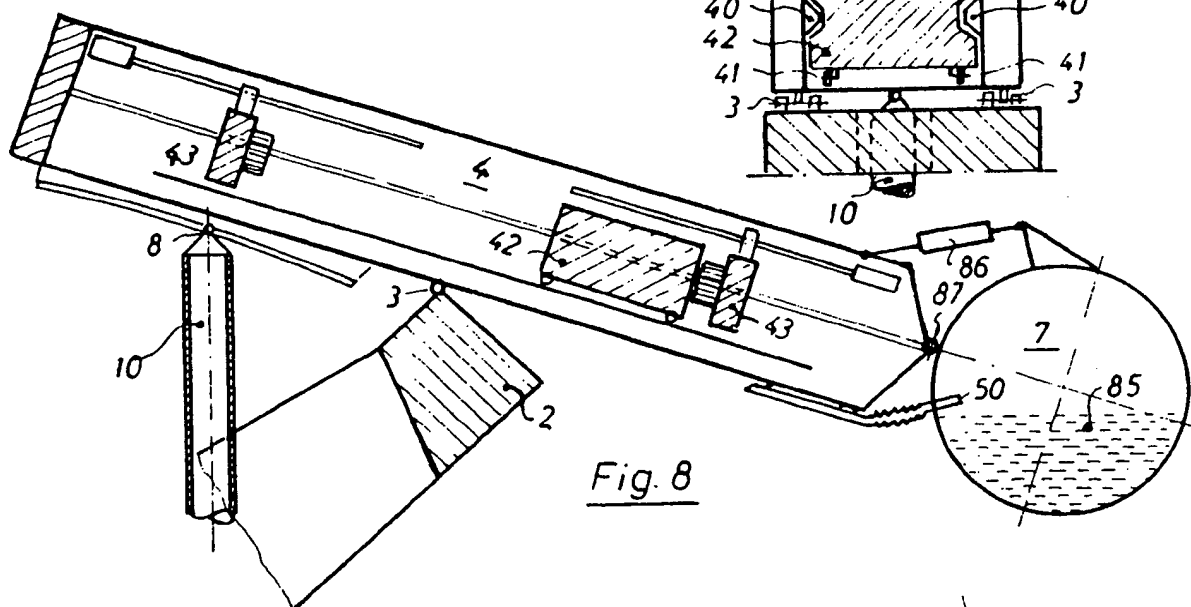


Fig. 9

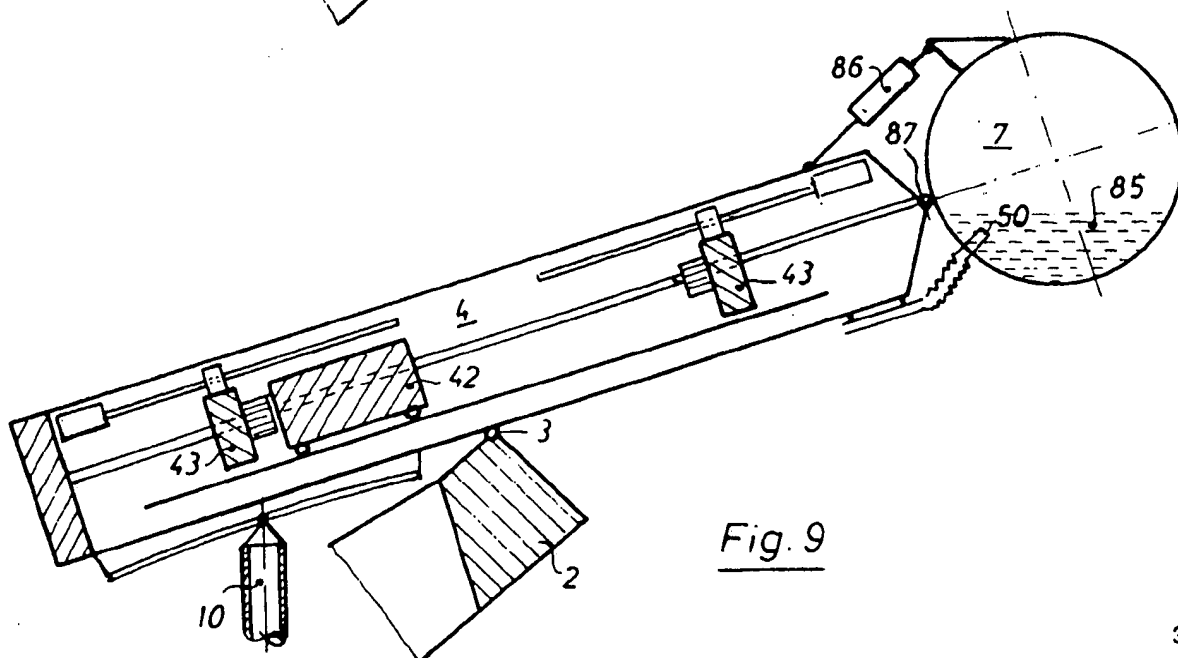


Fig. 10

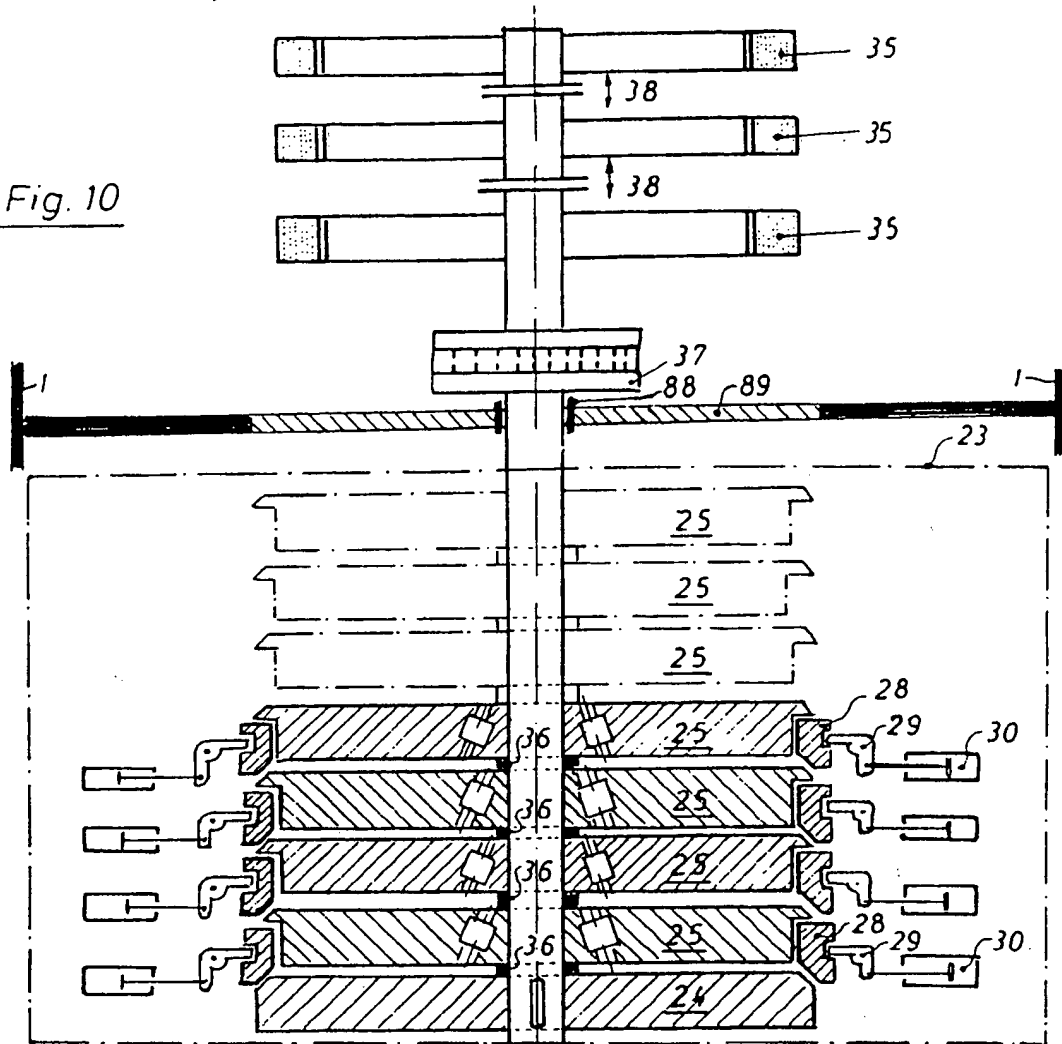
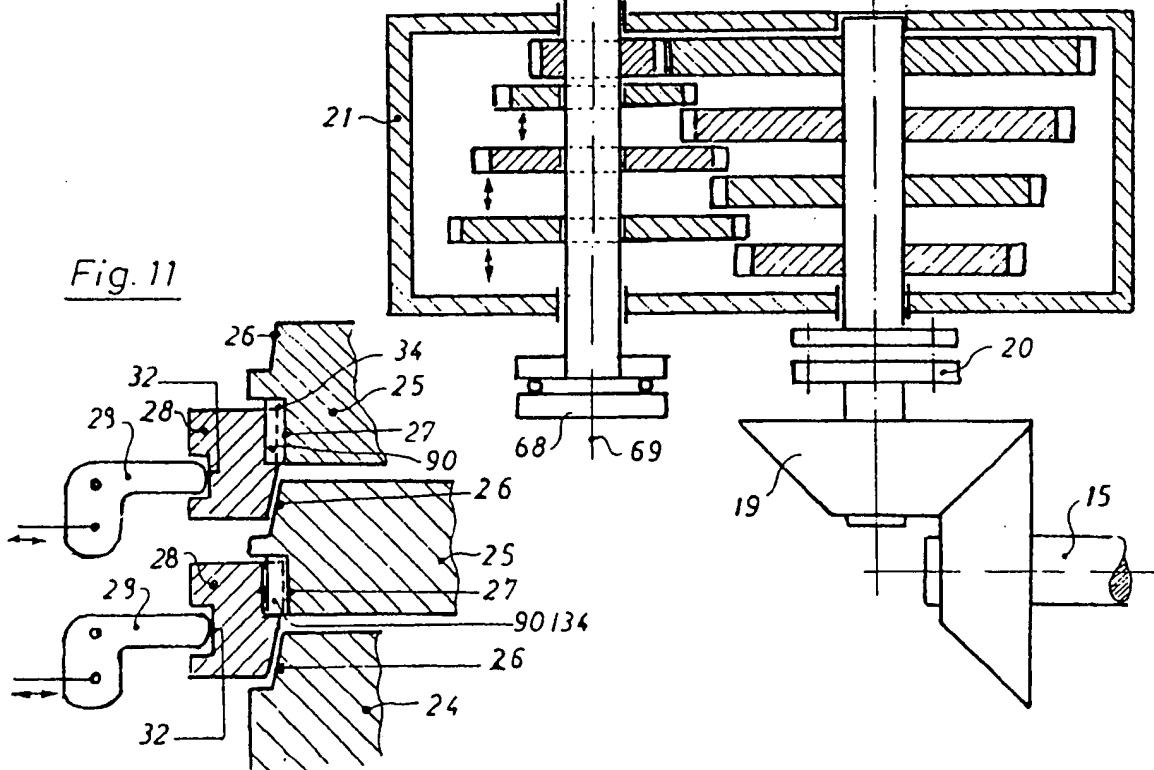


Fig. 11



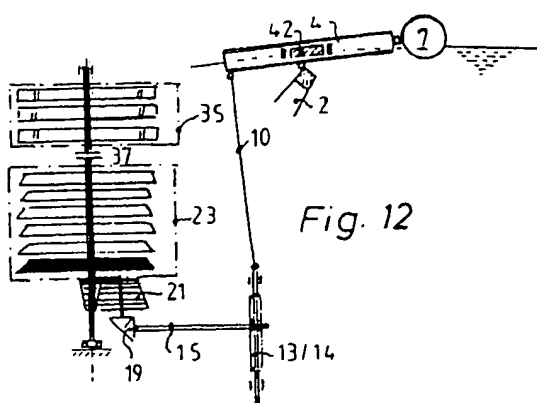


Fig. 12

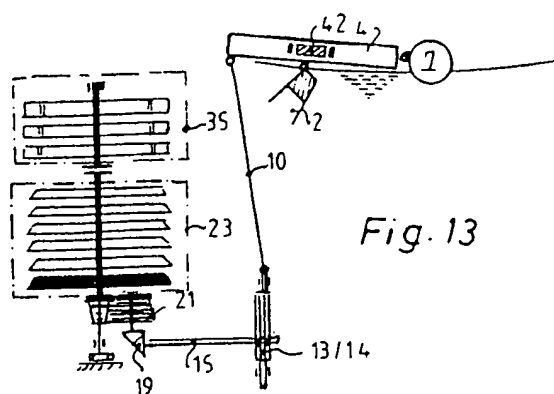


Fig. 13

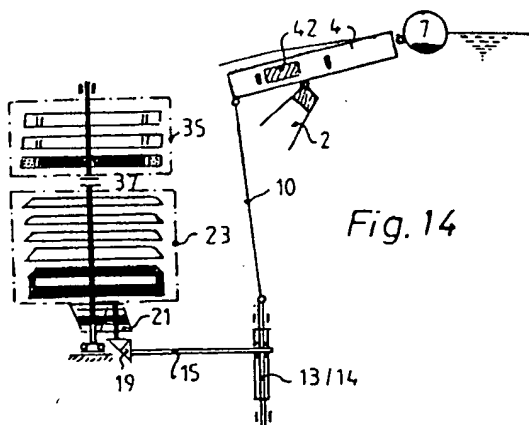


Fig. 14

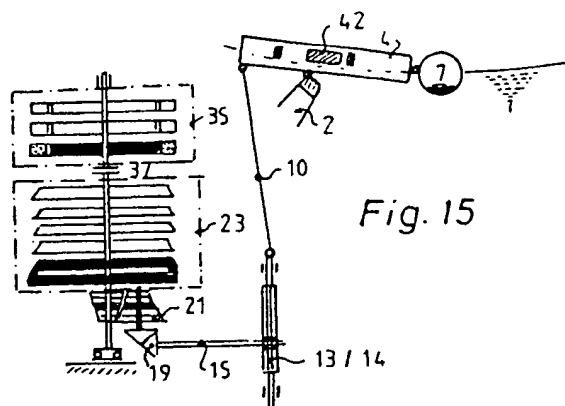


Fig. 15

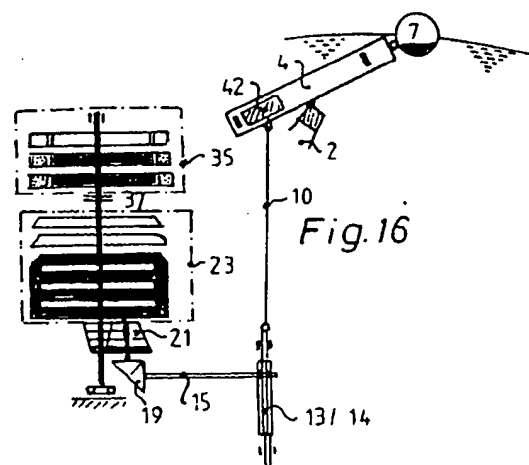


Fig. 16

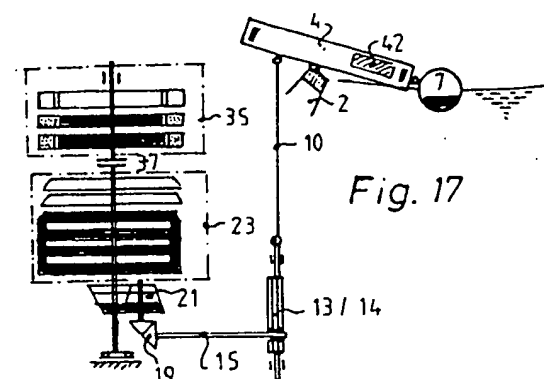


Fig. 17

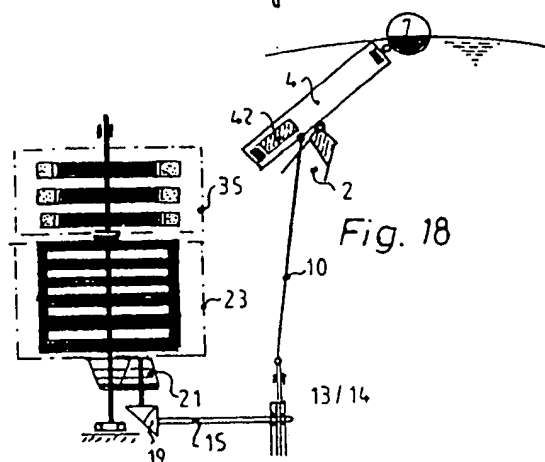


Fig. 18

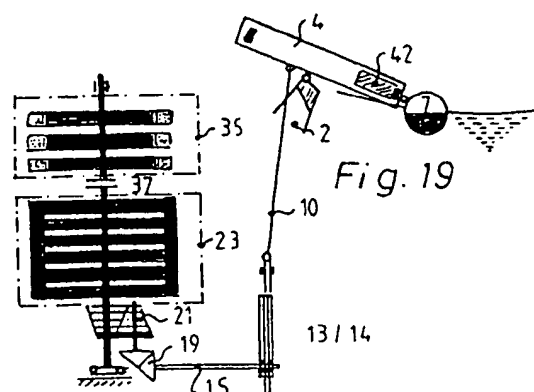


Fig. 19

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.